



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
FIRENZE

# FLORE

## Repository istituzionale dell'Università degli Studi di Firenze

### Classificazione qualitativa dei difetti con metodo visuale

Questa è la Versione finale referata (Post print/Accepted manuscript) della seguente pubblicazione:

*Original Citation:*

Classificazione qualitativa dei difetti con metodo visuale / Giacomo Goli;Rémy Marchal;Luca Uzielli. - In: XYLON. - ISSN 1125-7466. - STAMPA. - Marzo:(2004), pp. 44-48.

*Availability:*

This version is available at: 2158/831156 since: 2016-11-16T12:17:29Z

*Terms of use:*

Open Access

La pubblicazione è resa disponibile sotto le norme e i termini della licenza di deposito, secondo quanto stabilito dalla Policy per l'accesso aperto dell'Università degli Studi di Firenze (<https://www.sba.unifi.it/upload/policy-oa-2016-1.pdf>)

*Publisher copyright claim:*

(Article begins on next page)

## CLASSIFICAZIONE QUALITATIVA DEI DIFETTI CON METODO VISUALE

**Questo lavoro fa parte di una più ampia ricerca riguardante la qualità finale delle superfici lavorate e le loro meccaniche di formazione.**

Nella parte precedente trattata riguardante le "Generalità su irregolarità e difetti" si sono illustrate le definizioni fondamentali per poter discutere in maniera più approfondita dell'argomento. In questa trattazione riguardante esclusivamente i "difetti di lavorazione" si segue la logica dell'"interpretazione qualitativa". Per quanto riguarda questo articolo si procederà all'analisi delle superfici in senso "visuale".

La norma più usata per questo tipo di classificazione è una norma dello standard americano ASTM ed in particolare la D1666-87. Tale norma sarà di seguito discussa e si forniranno proposte di integrazione per delle parti in cui a nostro avviso si è rivelata insufficiente.

### 1 INTRODUZIONE

Questo lavoro fa parte di una più ampia ricerca riguardante la qualità finale delle superfici lavorate e le loro meccaniche di formazione. Tale ricerca concerne lavorazioni di finitura eseguite a vari angoli della fibratura rispetto al piano di lavorazione, nel senso del filo e controfilo lavorando in concordanza ed in discordanza. Le superfici lavorate sono state sottoposte a diversi tipi di analisi: analisi delle forze di taglio, analisi del profilo, analisi macroscopica e microscopica, analisi delle meccaniche di formazione ed analisi dei trucioli ottenuti nella lavorazione. Questi aspetti caratterizzanti le superfici saranno presi in esame singolarmente.

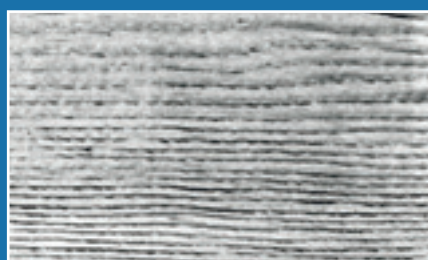
Questa pubblicazione oltre a presentare un metodo per la classificazione visuale mira a presentare in maniera approfondita tutti i difetti fondamentali che si formano eseguendo una lavorazione di finitura con utensile rotante su legno massello. Per interpretare la superficie si possono usare molteplici criteri, criteri così detti soggettivi, che spesso si basano sui sensi umani

ed in particolare la vista (metodo visuale), o criteri così detti oggettivi, che cioè rilevano direttamente lo stato della superficie (analisi dei profili) o che ne interpretano lo stato a partire da grandezze fisiche ad esso più o meno correlate (metodo a pressione o a depressione). In questa pubblicazione si procederà all'analisi generale dei difetti e quindi si procederà all'analisi del metodo visuale.

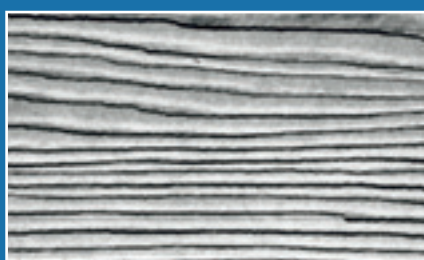
### 2 CLASSIFICAZIONE QUALITATIVA DEI DIFETTI

Lo scopo generale con cui generalmente si esegue l'analisi dei "difetti di lavorazione" è quello di determinare la qualità di una superficie lavorata con un determinato processo, al fine di poterle assegnare un "grado di finitura". Ma spesso tale analisi può essere utilizzata anche per determinare la lavorabilità di una determinata specie. Questi aspetti della classificazione sono stati già normalizzati da molto tempo, in particolare dalla norma ASTM D-1666-87 [1] che fornisce un'ampia descrizione su come preparare i provini ed effettuare le lavorazioni ed un chiaro e ben strutturato sistema di riferimenti fotografici per la classificazione visuale comparata. Qui di seguito si presenterà brevemente il sopracitato standard ASTM che, per l'efficacia e la semplicità di uso, è uno dei più validi ausili alla classificazione qualitativa delle superfici lavorate. Nonostante questo, anche tale standard risulta essere incompleto. Lo scopo di questa pubblicazione è quello di analizzarlo approfonditamente e fornirne le necessarie integrazioni.

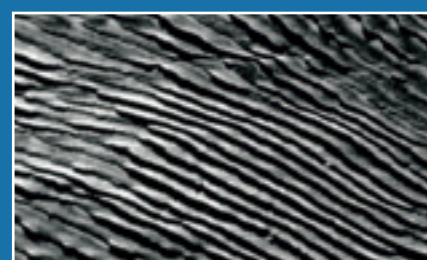
Questa classificazione, che si limita ad un approccio qualitativo visuale, sarà successivamente integrata dalle meccaniche generali di formazione delle superfici e dall'interpretazione dei difetti alla luce di queste, per ottenere un approccio completo alla formazione delle superfici.



(a) Grado 2 (X0,4)



(b) Grado 3 (X0,4)



(b) Grado 4 (X0,4)

**Figura 1: Classificazione della 'Fibra rialzata' come da standard ASTM D-1666-87 (le immagini sono tratte direttamente dalla norma).**

### 3 LO STANDARD ASTM D-1666-87

Iniziamo questa trattazione descrivendo in generale i principi della norma ASTM D-1666-87. Tale norma individua per le principali lavorazioni del legno le caratteristiche dei provini, il loro numero minimo necessario per l'esecuzione di una prova, i parametri di lavorazione, i criteri di classificazione, i formulari per la raccolta dati e le modalità di analisi statistica dei dati. La norma riguarda molti tipi di lavorazione (piallatura, scartatura, foratura, fresatura, mortasatura, tornitura) eseguite sia sul legno massello che sui prodotti derivati dal legno. Si fa riferimento ad essa al fine di utilizzare una scala standard per la descrizione dei difetti. Come vedremo, questa classificazione si è rivelata incompleta sotto alcuni aspetti, e quindi dove non si è potuto ricorrere ai difetti standardizzati ne abbiamo definiti di nuovi. I quattro difetti fondamentali individuati dalla norma e da essa descritti in senso qualitativo e quantitativo sono di seguito elencati:

- Raised grain (Fibra rialzata)
- Fuzzy grain (Fibra lanuginosa)
- Torn grain (Fibra strappata)
- Chip marks (Segni di trucioli)

Per ognuno di questi difetti la norma prevede cinque differenti gradi di intensità:

- grade 1, excellent (ottimo)
- grade 2, good (buono)
- grade 3, fair (medio)
- grade 4, poor (mediocre)
- grade 5, very poor (basso)

Il "grado 1" rappresenta l'assenza di difetto, quindi l'ottenimento di una superficie definibile eccellente. Il "grado 2", il "grado 3" ed il "grado 4" sono definiti da fotografie di riferimento e rappresentano diversi gradi di gravità del difetto in ordine crescente. Il "grado 5" contiene tutti i difetti classificabili come più gravi del "grado 4", e non ha quindi bisogno di riferimento fotografico. I singoli difetti saranno esaminati approfonditamente in seguito assieme alle proposte di integrazione allo standard.

### 4 INTEGRAZIONI E REVISIONI ALLO STANDARD

Nell'esecuzione delle lavorazioni spesso si sono incontrati ulteriori difetti non aderenti ai riferimenti fotografici dello standard ASTM D-1666-87. Si è rivelata dunque necessaria un'integrazione ed una revisione dello standard. Il fatto che questi difetti presentassero caratteristiche diverse ha reso necessaria una loro differenziazione:

- Difetti principali: sono classificabili come "diffusi" e soprattutto "gradabili". Tra questi rientrano i difetti classicamente definiti con l'aggiunta di "Fibra schiacciata" e "Fibra embriciata". I difetti principali risultano quindi essere:

- Raised grain (Fibra rialzata)
- Fuzzy grain (Fibra lanuginosa)
- Torn grain (Fibra strappata)
- Chip marks (Segni di trucioli)
- Pressed grain (Fibra schiacciata)
- Tilted grain (Fibra embriciata)

- Difetti minori: tali difetti sono meno presenti e diffusi dei precedenti, e per essere definiti tali devono essere "specifici" e "non gradabili". Ne fanno parte:

- Legno primaverile sporgente
- Vasi uncinati
- Raggi infossati

Nell'esecuzione delle lavorazioni, infatti, spesso si è incorsi in difetti di secondaria importanza non classificati e difficilmente gradabili. Questa divisione è stata studiata col fine di poter riportare anche tali difetti all'interno di questa trattazione generale, anche se niente impedisce di non considerarli al momento dell'esecuzione di prove di lavorazione.

#### 4.1 Difetti principali

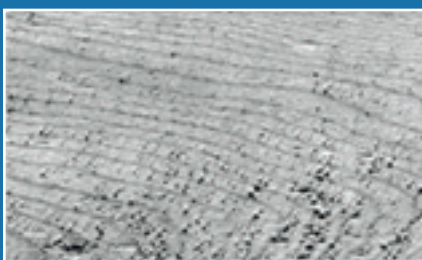
I difetti principali sono quei difetti classificabili come "diffusi" e "gradabili". Di essi fanno parte i quattro tipi fondamentali di difetti individuati e classificati dalla norma ASTM D-1666-87 [] con l'aggiunta della "Fibra schiacciata" e della "Fibra embriciata".

- Raised grain (Fibra rialzata)

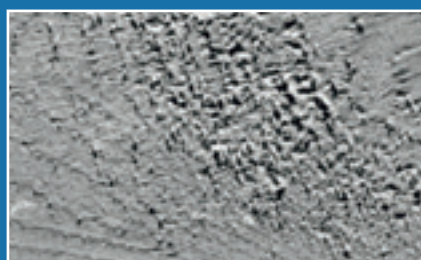
È una condizione di irregolarità della superficie lavorata in cui il legno estivo, compatto e resistente, viene spinto sopra il legno



(a) Grado 2 (X0,4)

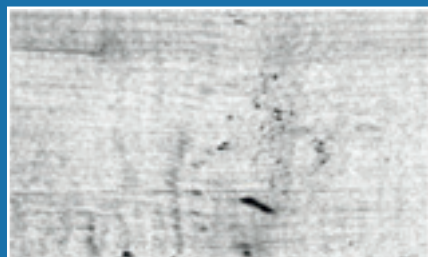


(b) Grado 3 (X0,4)

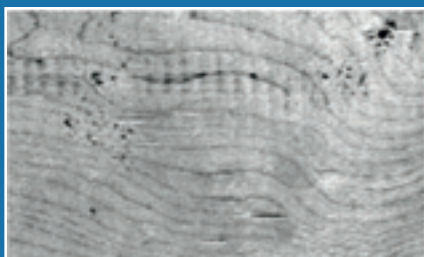


(c) Grado 4 (X0,4)

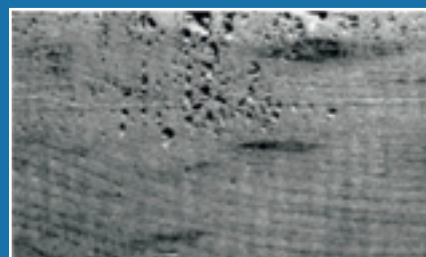
Figura 2: Classificazione della "Fibra lanuginosa" come da standard ASTM D-1666-87 (le immagini sono tratte direttamente dalla norma).



(a) Grado 2 (X0,4)



(b) Grado 3 (X0,4)



(c) Grado 4 (X0,4)

**Figura 3: Classificazione della 'Fibra strappata' come da standard ASTM D-1666-87 (le immagini sono tratte direttamente dalla norma).**

primaverile, che essendo incoerente e spugnoso vi rimane schiacciato sotto (Fig. 1).

#### - Fuzzy grain (Fibra lanuginosa)

Sono gruppi di elementi, parzialmente strappati e sollevati dall'utensile durante la lavorazione, di cui un'estremità rimane ancorata sulla superficie lavorata, mentre l'altra rimane libera di muoversi sopra il piano di lavorazione (Fig. 2).

#### - Torn grain (Fibra strappata)

Sono gruppi di elementi che vengono strappati sotto la 'superficie teorica' anziché essere tagliati durante la lavorazione, lasciando così un'infossatura sulla superficie (Fig. 3).

#### - Chip marks (Segni di trucioli)

Sono impronte sulla superficie lavorata dovute a particelle di legno che rimangono attaccate al coltello a seguito del taglio anziché essere espulse o che si trovano nella traiettoria del coltello a causa di una cattiva aspirazione e che si frappongono tra utensile e superficie, impedendo una lavorazione corretta (Fig. 4).

#### - Pressed grain (Fibra schiacciata)

Ai difetti definiti dalla norma ASTM era già stato aggiunto dagli

autori in altre pubblicazioni un ulteriore difetto chiamato "Pressed grain" (Fibra schiacciata) [1]. Tale difetto si origina per sollevamento degli elementi cellulari nella lavorazione controfilo. Dopo essere stati sollevati gli elementi vengono rigirati e plasticamente compressi sulla superficie al passaggio del coltello. Questo comporta la formazione di superfici molto irregolari e sgradevoli al tatto, perché gli elementi sono rigidamente compressi sulla superficie. Tale difetto, poiché deriva da una compressione plastica delle fibre, prende il nome di 'Fibra schiacciata'. Si riporta in Fig. la rappresentazione fotografica del difetto per i gradi 2, 3, 4, al fine di poter applicare la classificazione se necessario. A titolo di esempio si riporta inoltre quello che può essere considerato un grado 5.

#### - Tilted grain (Fibra embriciata)

L'esecuzione delle prove ci ha inoltre condotto all'individuazione di un ulteriore difetto, probabilmente trascurato precedentemente perché ottenibile lavorando esclusivamente in concordanza. La tecnologia di lavoro in concordanza ha un ruolo secondario nella lavorazione del legno massello a causa dei mezzi necessari per eseguirla (macchine sicure ed automatiche) e perché per questa lavorazione sul legno massello si ottiene generalmente una qualità inferiore a quella ottenibile lavorando in discordanza. Forse per questa ragione era stata trascurata al



(a) Grado 2 (X0,4)



(b) Grado 3 (X0,4)



(c) Grado 4 (X0,4)

**Figura 4: Classificazione dei 'Segni di trucioli' come da standard ASTM D-1666-87 (le immagini sono tratte direttamente dalla norma).**



## LISTA DI DIFETTI MINORI CON RISPETTIVA TRADUZIONE

<b>Difetto</b>	<b>Defect</b>	<b>Défaut</b>
Fibra rialzata	Raised grain	Fibres soulevées
Fibra lanuginosa	Fuzzy grain	Surfaces pelucheuses
Torn grain	Fibra strappata	Fibres arrachées
Segni di trucioli	Chip marks	Marques de copeaux
Fibra schiacciata	Pressed grain	Fibres comprimées
Fibra embriciata	Tilted grain	Fibres retournées

momento della stesura della norma. Questo nuovo difetto è stato battezzato "Fibra embriciata[.]". Tale denominazione deriva dal fatto che tutte le "lamelle" sollevate sono rigirate e poste una sopra l'altra a formare una struttura simile a quella degli embrici dei tetti. Si riporta in Fig. un riferimento fotografico completo di questo difetto. Per le manifestazioni di bassa intensità, le lamelle anziché essere incombenti sulla superficie sono strappate via, ma la distribuzione scalare degli strappi indica comunque che siamo in corrispondenza di questo tipo di difetto. Come legge generale si può sostenere che se stiamo lavorando in concordanza, il problema delle fibre strappate è sostituito da quello dalle fibre embriciate.

Come già detto, questa classificazione ha lo scopo fondamentale di permettere una valutazione della qualità finale conseguente un certo processo di lavorazione, oppure di poter valutare la lavorabilità di una specie a prescindere dalle ragioni per cui questi difetti si formano. Lo standard ASTM D1666-87 rimane tutt'oggi preziosissimo per la qualificazione delle superfici

lavorate; semplice, chiaro, di facile applicazione e dai criteri abbastanza oggettivi. Standard che suggeriamo di utilizzare nei casi prima descritti, con l'aggiunta della "Fibra schiacciata" per ogni tipo di lavorazione e della "Fibra embriciata" per quanto riguarda le superfici lavorate in concordanza. In Tab. si riporta una lista completa dei difetti principali e delle loro traduzioni.

### 4.2 Difetti minori

Oltre ai difetti principali si sono definiti difetti di secondaria importanza, così detti "minori", che per definizione devono essere "specifici" e "non gradabili" (vedi par. 4). Questa classificazione risponde quindi alla necessità di descrivere difetti che si formano in condizioni particolari e che oltre tutto non presentano variazioni di intensità; se ne rileva semplicemente l'esistenza o meno su una superficie lavorata. Ne fanno parte tre tipi di difetti:

- legno primaverile sporgente
- vasi uncinati
- raggi infossati

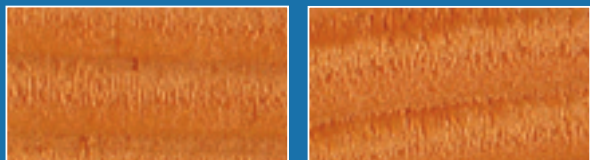
Si fa di seguito una descrizione approfondita di questi difetti e se ne fornisce una completa documentazione fotografica (vedi Fig. 7).

Legno primaverile sporgente: la differente densità tra legno primaverile ed estivo causa una differente reazione dei due tipi di legno durante la lavorazione. In particolare la differente capacità di assorbimento dello shock dei due tipi di legno porta ad un differente ritorno elastico. Da un punto di vista qualitativo la superficie non è percepita come di bassa qualità. Si osserva semplicemente che il legno primaverile ed il legno estivo giacciono su due piani differenti, aderendo così alla definizione di "difetto di lavorazione". Questo comportamento è tanto più evidente quan-



(a) Grado 2 (X2)

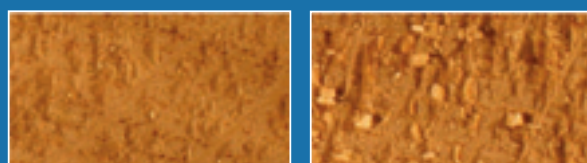
(b) Grado 3 (X2)



(c) Grado 4 (X2)

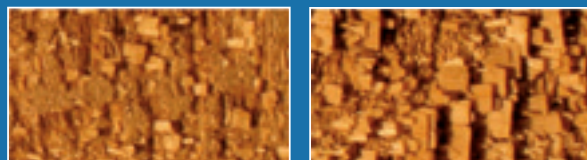
(d) Grado 5 (X2)

Figura 5: Classificazione della "Fibra schiacciata" nei 3 gradi previsti dallo standard ASTM D-1666-87, al fine di mostrarne una descrizione completa se ne riporta anche un grado 5. [Foto Goli]



(a) Grado 2 (X2)

(b) Grado 3 (X2)



(c) Grado 3 (X2)

(d) Grado 5 (X2)

Figura 6: Classificazione della "Fibra embriciata" nei 3 gradi previsti dallo standard ASTM D-1666-87, al fine di mostrarne una descrizione completa se ne riporta anche un grado 5. [Foto Goli]

**Tabella 3: Specchio riassuntivo multilingue dei difetti "minori" (Minor defects - Défauts secondaires)**

Difetto	Defect	Défauts
Legno primaverile sporgente	Leaning early-wood	Bois de printemps proéminent
Vasi uncinati	Hooked-vessels	Vaisseaux "rappeurs"
Raggi infossati	Hollow rays	Rayons enfoncés

**Tabella 1: Specchio riassuntivo multilingue dello standard ASTM D1666-87 per la classificazione visuale e suo ampliamento per quanto riguarda i difetti "principali" (Principal defects - Défauts principaux)**

	Grado	Grade	Degrée
1	ottimo	excellent	excellent
2	buono	good	bon
3	medio	fair	moyen
4	mediocre	poor	médiocre
5	basso	very poor	mauvais

to maggiore è la capacità del legno di reagire in maniera elastica. Si nota comunque che tale difetto non oltrepassa mai certi limiti e quindi non si può definire come "gradabile". Inoltre, riguarda esclusivamente le specie in cui ci sia grande differenza tra legno primaverile ed estivo, e quindi casi "specifici" di lavorazione.

Vasi uncinati: è un problema tipico delle latifoglie a vasi grandi, e si verifica lavorando nel senso del filo per basse inclinazioni della fibratura sia in discordanza che in concordanza. In questa situazione, durante il taglio, poichè il coltello esercita una compressione degli elementi, che tendono a resistere al taglio, il

bordo del vaso viene spinto all'interno del lume del vaso stesso, tornando sporgente dopo il passaggio del coltello. Questa parte sporgente, posizionandosi al di sopra del piano di lavorazione, rappresenta un importante elemento di disturbo tattile, anche se il disturbo visuale è limitato.

Raggi infossati: è un problema tipico delle specie provviste di raggi, da non confondersi con gli "aspetti da raggi parenchimatizzati" che fanno parte degli "aspetti estetico-anatomici" e che quindi non sono classificabili come difetti. Il problema dei "raggi infossati", è la diversa orientazione delle fibre che reagiscono in maniera diversa rispetto agli altri elementi cellulari, risultando su due piani diversi una volta eseguita la lavorazione. Questo comportamento, poco visibile ad occhio nudo, è messo in evidenza con l'uso di una luce radente.

**di Giacomo Goli, Rémy Marchal, Luca Uzielli**

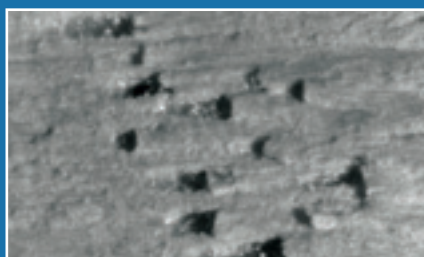
Giacomo Goli: dottorando al terzo anno presso il Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali Forestali dell'Università degli Studi di Firenze e L'Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers di Cluny (France). e-mail: giacomo.goli@poste.it

Rémy Marchal: Professeur des Universités presso L'Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers di Cluny (France). e-mail: remy.marchal@cluny.ensam.fr

Luca Uzielli: professore ordinario di Tecnologia del Legno presso l'Università degli Studi di Firenze. Luca e-mail: luca.uzielli@unifi.it



(a) Prim. Sporgente (X2,5)



(b) Vasi uncinati (X10)



(c) Raggi infossati (X10)

**Figura 7: Classificazione dei difetti minori, ripresi a medio (legno primaverile sporgente) e ad elevato ingrandimento (raggi infossati, vasi uncinati). Tali difetti, essendo "non gradabili" non prevedono la divisione in gradi di intensità. [Foto Goli]**